

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2003年 2月20日

出 願 番 号
Application Number:

特願2003-042275

[ST.10/C]:

[JP 2003-042275]

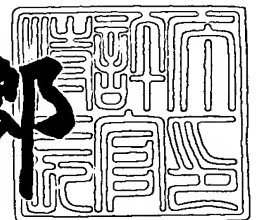
出 願 人
Applicant(s):

名古屋大学長

2003年 6月11日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3045434

【書類名】 特許願

【整理番号】 U2002P247

【特記事項】 特許法第 3 0 条第 1 項の規定の適用を受けようとする特
許出願

【提出日】 平成15年 2月20日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 C23C 10/04

【発明の名称】 細線構造の作製方法、多層膜構造体、及び多層膜中間構
造体

【請求項の数】 19

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市緑区篠の風 3 - 2 5 2 滝ノ水住宅 6 -
2 0 5

【氏名】 酒井 朗

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県春日井市高座台 5 - 5 - 6 4

【氏名】 財満 鎮明

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県愛知郡長久手町五合池 1 0 3

【氏名】 安田 幸夫

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県名古屋市昭和区西畑町 2 4 - 2 西畑マンション
2 B

【氏名】 中塚 理

【特許出願人】

【識別番号】 391012224

【氏名又は名称】 名古屋大学長 松尾 稔

【代理人】

【識別番号】 100072051

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 興作

【選任した代理人】

【識別番号】 100059258

【弁理士】

【氏名又は名称】 杉村 暁秀

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709851

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 細線構造の作製方法、多層膜構造体、及び多層膜中間構造体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定のシリコン基材を準備する工程と、

前記シリコン基材上に、貫通転位を有し歪み緩和されたシリコンゲルマニウム層を形成する工程と、

前記シリコンゲルマニウム層上に金属層を形成し、前記シリコン基材、前記シリコンゲルマニウム層、及び前記金属層からなる多層膜中間構造体を作製する工程と、

前記多層膜中間構造体に対して加熱処理を施し、前記金属層中の金属元素を前記シリコンゲルマニウム層中の貫通転位を介して拡散させ、前記シリコン基材と前記シリコンゲルマニウム層との界面において、金属シリサイドからなる細線構造を形成する工程と、

を具えることを特徴とする、細線構造の作製方法。

【請求項 2】 前記シリコンゲルマニウム層中の貫通転位の密度が $10^{-12}/\text{cm}^2 \sim 10^{-8}/\text{cm}^2$ であることを特徴とする、請求項 1 に記載の細線構造の作製方法。

【請求項 3】 前記シリコンゲルマニウム層中のゲルマニウム濃度が 20 原子% ~ 70 原子% であることを特徴とする、請求項 2 に記載の細線構造の作製方法。

【請求項 4】 前記細線構造はシリコン $\langle 011 \rangle$ 方向に沿って形成されることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれか一に記載の細線構造の作製方法。

【請求項 5】 前記金属層は、Ni、Co、Ti、Pt、Fe 及び Pd なる群より選ばれる少なくとも一の金属を含むことを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれか一に記載の細線構造の作製方法。

【請求項 6】 前記金属層はニッケル層であることを特徴とする、請求項 5 に記載の細線構造の作製方法。

【請求項 7】 前記細線構造は、NiSi 相及び NiSi₂ 相の少なくとも一方を含むニッケルシリサイドからなることを特徴とする、請求項 6 に記載の細線構造の作製方法。

【請求項 8】 所定のシリコン基材と、

前記シリコン基材上に形成された、貫通転位を有し歪み緩和されたシリコンゲルマニウム層と、

前記シリコン基材と前記シリコンゲルマニウム層との界面に形成された、金属シリサイドからなる細線構造と、

を具えることを特徴とする、

多層膜構造体。

【請求項 9】 前記シリコンゲルマニウム層中の貫通転位の密度が $10^{-12} / \text{cm}^2 \sim 10^{-8} / \text{cm}^2$ であることを特徴とする、請求項 8 に記載の多層膜構造体。

【請求項 10】 前記シリコンゲルマニウム層中のゲルマニウム濃度が 20 原子%～70 原子%であることを特徴とする、請求項 9 に記載の多層膜構造体。

【請求項 11】 前記細線構造はシリコン<011>方向に沿って位置することを特徴とする、請求項 8～10 のいずれか一に記載の多層膜構造体。

【請求項 12】 前記細線構造は、Ni、Co、Ti、Pt、Fe 及び Pd なる群より選ばれる少なくとも一の金属のシリサイドからなることを特徴とする、請求項 8～11 のいずれか一に記載の多層膜構造体。

【請求項 13】 前記細線構造はニッケルシリサイドからなることを特徴とする、請求項 12 に記載の多層膜構造体。

【請求項 14】 前記ニッケルシリサイドは、NiSi 相及び NiSi₂ 相の少なくとも一方を含むことを特徴とする、請求項 13 に記載の多層膜構造体。

【請求項 15】 所定のシリコン基材と、

前記シリコン基材上に形成された、貫通転位を有し歪み緩和されたシリコンゲルマニウム層と、

前記シリコンゲルマニウム層上に形成された金属層と、
を具えることを特徴とする、多層膜中間構造体。

【請求項 16】 前記シリコンゲルマニウム層中の貫通転位の密度が $10^{-12} / \text{cm}^2 \sim 10^{-8} / \text{cm}^2$ であることを特徴とする、請求項 15 に記載の多層膜中間構造体。

【請求項 1 7】 前記シリコンゲルマニウム層中のゲルマニウム濃度が 2 0 原子 % ~ 7 0 原子 % であることを特徴とする、請求項 1 6 に記載の多層膜中間構造体。

【請求項 1 8】 前記金属層は、Ni、Co、Ti、Pt、Fe 及び Pd なる群より選ばれる少なくとも一の金属を含むことを特徴とする、請求項 1 5 ~ 1 7 のいずれか一に記載の多層膜中間構造体。

【請求項 1 9】 前記金属層はニッケル層であることを特徴とする、請求項 1 8 に記載の多層膜中間構造体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体デバイス工学などにおいて好適に用いることのできる細線構造の作製方法、及び前記細線構造を含む多層膜構造体、並びに前記細線構造及び前記多層膜構造体を実現するための多層膜中間構造体に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体素子に配線パターンを作製する場合においては、フォトリジストなどの手法を用いて微細パターンを描画し、このパターンに沿って金属層を蒸着させて実施していた。そして、前記配線パターンを多層構造状に作製するためには、各層間を保護絶縁層で絶縁することによって実施していた。

【0 0 0 3】

しかしながら、このようなプロセスにおいては、多数の作製工程が要求されるために、作製工程が繁雑となる問題があった。さらに、多層構造の配線パターンを作製するためには、下方に形成された配線パターン上において、再度微細パターンを正確に作製することが要求される。したがって、多層構造の配線パターンを正確に作製することは困難であった。

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、配線パターンなどの微細構造を極めて簡易な手法を用いて正確に形

成することを目的とする。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明は、

所定のシリコン基材を準備する工程と、

前記シリコン基材上に、貫通転位を有し歪み緩和されたシリコンゲルマニウム層を形成する工程と、

前記シリコンゲルマニウム層上に金属層を形成し、前記シリコン基材、前記シリコンゲルマニウム層、及び前記金属層からなる多層膜中間構造体を作製する工程と、

前記多層膜中間構造体に対して加熱処理を施し、前記金属層中の金属元素を前記シリコンゲルマニウム層中の貫通転位を介して拡散させ、前記シリコン基材と前記シリコンゲルマニウム層との界面において、金属シリサイドからなる細線構造を形成する工程と、

を具えることを特徴とする、細線構造の作製方法に関する。

【 0 0 0 6 】

また、本発明は、

所定のシリコン基材と、

前記シリコン基材上に形成された、貫通転位を有し歪み緩和されたシリコンゲルマニウム層と、

前記シリコンゲルマニウム層上に形成された金属層と、

を具えることを特徴とする、多層膜中間構造体に関する。

【 0 0 0 7 】

本発明者らは、上記目的を達成すべく鋭意検討を実施した。その結果、シリコン基材、貫通転位を有する歪緩和シリコンゲルマニウム層、及び金属層がこの順に積層された多層膜中間構造体を作製し、これに熱処理を加えることによって、前記金属層中の金属元素が前記シリコンゲルマニウム層中の貫通転位中を拡散し、前記シリコン基材及び前記シリコンゲルマニウム層間の界面に到達し、前記シリコン基材又は前記シリコンゲルマニウム層中のシリコン元素と反応し、前記界

面において金属シリサイドから細線構造が形成されることを見出した。

【0008】

したがって、本発明によれば、従来のように複雑なパターン形成技術を用いることなく、上述した歪緩和シリコンゲルマニウム層を利用するのみで、前記界面、すなわちシリコン基材上に所望の微細構造を形成できる。なお、前記シリコンゲルマニウム層は、リフトオフ法やエッチング法などの公知の手法を用いることによって、必要に応じて剥離することができ、前記微細構造を露出させることができる。その結果、前記微細構造を用いた種々の半導体素子の作製が可能となる。

【0009】

上述した歪緩和シリコンゲルマニウム層は、層中のゲルマニウム濃度を所定の濃度に設定することにより、通常のエピタキシャル成長技術を用いて作製することができる。すなわち、前記シリコンゲルマニウム層中のゲルマニウム含有量が所定の値以上になると、前記シリコン基材と前記シリコンゲルマニウム層との結晶格子定数差が比較的大きくなる。したがって、前記シリコン基材上に前記シリコンゲルマニウム層をエピタキシャル成長させると、両者の歪を緩和させるべく界面においてはミスフィット転位が生成される。

【0010】

このミスフィット転位は、前記シリコンゲルマニウム層のエピタキシャル成長とともに上方に伝播し、前記層が形成された後は前記層中に貫通転位として存在するようになり、上述した歪緩和シリコンゲルマニウム層が得られるものである。

【0011】

なお、本発明において、上述した微細構造の、前記シリコン基材と前記シリコンゲルマニウム層との界面における形成密度は、前記シリコンゲルマニウム層中の貫通転位の密度に依存して決定される。したがって、前記微細構造の形成密度を所望の値に設定するためには、前記貫通転位の密度を所望の値に設定する。具体的には、前記シリコンゲルマニウム層の形成方法や形成条件などを制御したり、前記層中のゲルマニウム濃度を制御したりして実行する。ゲルマニウム濃度制

御によれば、前記貫通転位の密度を広範囲に制御することができる。

本発明の詳細及びその他の特徴については以下に説明する。

【0012】

【発明の実施の形態】

図1及び図2は、本発明の細線構造の作製方法を説明するための図である。図1に示すように、シリコン基板11を準備し、このシリコン基板11上に、所定の成膜手法によりシリコンゲルマニウム層12をエピタキシャル成長させて形成する。このとき、シリコン基板11は400℃～700℃の温度に加熱する。

【0013】

シリコンゲルマニウム層12は所定量のゲルマニウムを含んでいるため、シリコン基板11よりも格子定数が増大する。したがって、シリコンゲルマニウム層12をシリコン基板11上にエピタキシャル成長させるためには、シリコン基板11とシリコンゲルマニウム層12との格子定数差を補完することが必要である。この格子定数差を補完すべく、シリコン基板11とシリコンゲルマニウム層12との界面15にはミスフィット転位が発生する。前記ミスフィット転位は、シリコンゲルマニウム層12のエピタキシャル成長に伴って層中を伝搬し、層全体を貫通する貫通転位14が形成される。

【0014】

次いで、シリコンゲルマニウム層12上に金属層13を形成して多層膜中間構造体10を作製した後、この多層膜中間構造体10に熱処理を施す。すると、金属層13を構成する金属元素は貫通転位14中を拡散して界面15に至る。そして、シリコン基板11及びシリコンゲルマニウム層12のシリコン元素と化学的に反応し、界面15において金属シリサイドからなる微細構造16が形成され、シリコン基板11及びシリコンゲルマニウム層12、並びに微細構造16からなる多層膜構造体20が作製される。

【0015】

なお、図2においては、前記熱処理によって金属層13は消失しているが、一部が残存するようにしても良い。

【0016】

また、シリコンゲルマニウム層 12 は、リフトオフ法やエッチング法などの公知の手法を用いることにより、必要に応じて剥離することができ、微細構造 16 を露出させることができる。その結果、微細構造 16 を用いた種々の半導体素子の作製が可能となる。

【0017】

微細構造 16 の界面 15 における形成密度は、目的に応じて任意に定めることができる。前記形成密度は貫通転位 14 の密度を調節することによって制御することができる。貫通転位 14 の密度は特に限定されるものではないが、 $10^{-12}/\text{cm}^2 \sim 10^{-8}/\text{cm}^2$ に設定することが好ましい。これによって、微細構造 16 を高密度かつ高精度に形成することができる。

【0018】

上述したように、貫通転位 14 の密度は、シリコンゲルマニウム層 12 の形成方法及び形成条件などを制御することによって調節することができる。また、シリコンゲルマニウム層 12 中のゲルマニウム量を調節することによっても制御することができる。貫通転位 14 の密度を広範囲に制御するためには、ゲルマニウムの含有量を調節することが好ましい。そして、上述した範囲の貫通転位 14 の密度を実現するためには、ゲルマニウム含有量を 20 原子%～70 原子%に設定する。

【0019】

貫通転位 14 はシリコン基板 11 の種々の結晶方位に沿って発生するが、作製条件などを制御することにより、主としてシリコン基板 11 の $\langle 011 \rangle$ 方位に沿って形成することができるようになる。したがって、微細構造 16 もシリコン $\langle 011 \rangle$ 方位に沿って形成することができるようになり、複数の微細構造 16 を界面 15 において規則的に配列することができるようになる。

【0020】

金属層 13 は如何なる金属からも構成することができるが、シリコン元素との親和性が高い金属元素を含むことが好ましい。これによって、シリコンゲルマニウム層 12 からのシリコン元素の分離を良好に行い、金属層 13 の金属元素と前記シリコン元素との反応を促進して金属シリサイドからなる微細構造 16 の形成

を簡易に行うことができるようになる。

【0021】

上記金属元素としては、Ni、Co、Ti、Pt、Fe及びPdなどの金属元素を例示することができる。金属層13がこのような金属元素を含むことによって、これら金属のシリサイドからなる微細構造16が形成される。

【0022】

なお、これらの金属元素はシリコン基板11内でエピタキシャル成長する傾向があり、この結果、微細構造16はシリコン基板11の内部に形成される傾向が強くなる。したがって、微細構造16が形成された後においても、界面15は原子レベルで平坦となり、極めて精緻な微細構造を形成することが可能となる。

【0023】

上記金属の内では、半導体素子の電極材料などとして汎用されていることから、特にニッケルを好ましく用いることができる。この場合、微細構造16はNiSi相及び／又はNiSi相から相転移したNiSi₂相を含むニッケルシリサイドから構成されるようになる。

【0024】

図3は、上述した工程を経て得た多層膜構造体20を模式的に示す斜視図である。本発明の方法によれば、図3に示すように、微細構造16を格子状に形成することによって、シリコン基板11上に金属シリサイドからなるパターン18を形成することができるようになる。

【0025】

【実施例】

以下、実施例によって本発明を具体的に説明する。

(実施例)

最初に、(100)シリコン基板を準備し、このシリコン基板を600℃に加熱するとともに、CVD法を用いることによって、前記シリコン基板上にSi_{0.53}Ge_{0.47}層を厚さ約500nmにエピタキシャル成長させた。次いで、前記Si_{0.53}Ge_{0.47}層上に、電子銃蒸着法を用いることによってニッケル層を厚さ20nmに形成し、多層膜中間構造体を作製した。次いで、この

多層膜中間構造体に対し、窒素雰囲気中、750℃で熱処理を行い、前記ニッケル層を前記 $\text{Si}_{0.53}\text{Ge}_{0.47}$ 層の貫通転位を介し、前記 $\text{Si}_{0.53}\text{Ge}_{0.47}$ 層と前記シリコン基板との界面へ向けて拡散させた。なお、この熱処理は前記ニッケル層が消失するまで実施した。

【0026】

図4は、上記工程を経て得た多層膜構造体の断面透過型電子顕微鏡写真である。図4から明らかなように、(100)シリコン基板と $\text{Si}_{0.53}\text{Ge}_{0.47}$ 層との間には、エピタキシャル成長した NiSi_2 相からなるニッケルシリサイドの微細構造が形成されて要することが確認された。すなわち、本発明によれば、従来のような複雑な工程を用いることなく、貫通転位を有する歪緩和シリコンゲルマニウム層を用いるのみで、微細な構造体を簡易に得られることが分かる。

【0027】

以上、具体例を挙げながら発明の実施の形態に基づいて本発明を詳細に説明してきたが、本発明は上記内容に限定されるものではなく、本発明の範疇を逸脱しない限りにおいてあらゆる変形や変更が可能である。

【0028】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の微細構造の作製方法及び多層膜中間構造体によれば、配線パターンなどの微細構造を極めて簡易かつ正確に形成することができ、このような微細構造を有する多層膜構造体を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の多層膜構造体の作製方法を説明するための図である。

【図2】 同じく、本発明の多層膜構造体の作製方法を説明するための図である。

【図3】 本発明の多層膜構造体の模式図である。

【図4】 本発明の多層膜構造体の断面透過型電子顕微鏡写真である。

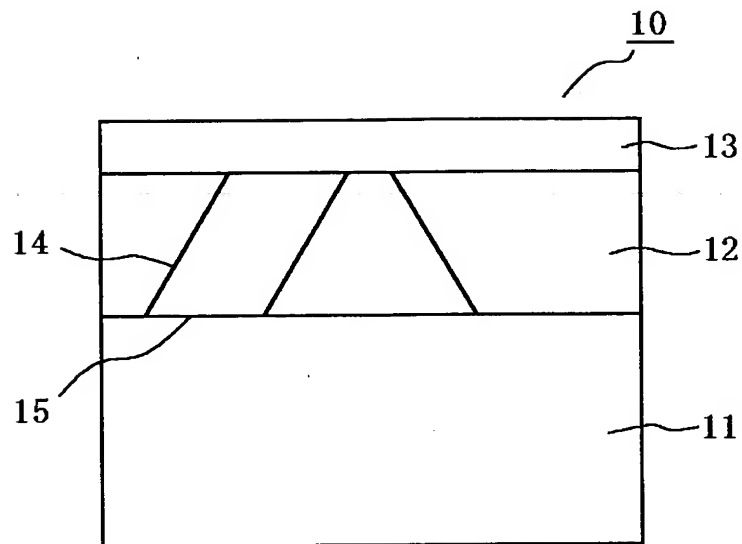
【符号の説明】

- 10 多層膜中間構造体
- 11 シリコン基板

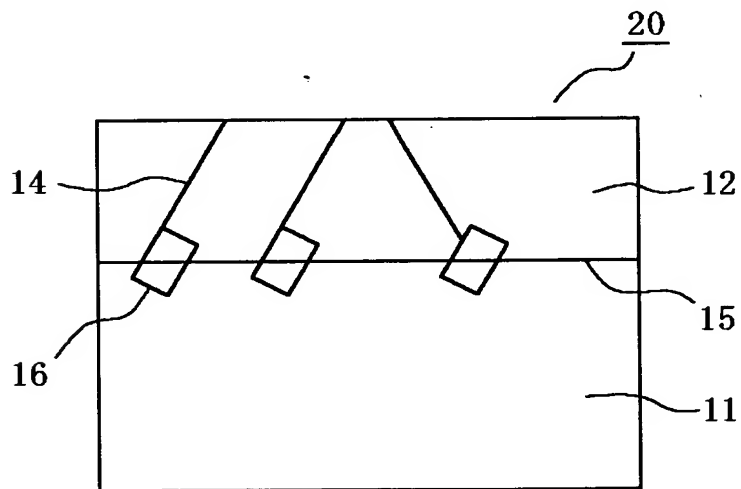
- 1 2 シリコンゲルマニウム層
- 1 3 金属層
- 1 4 貫通転位
- 1 5 界面
- 1 6 微細構造
- 1 8 パターン
- 2 0 多層膜構造体

【書類名】 図面

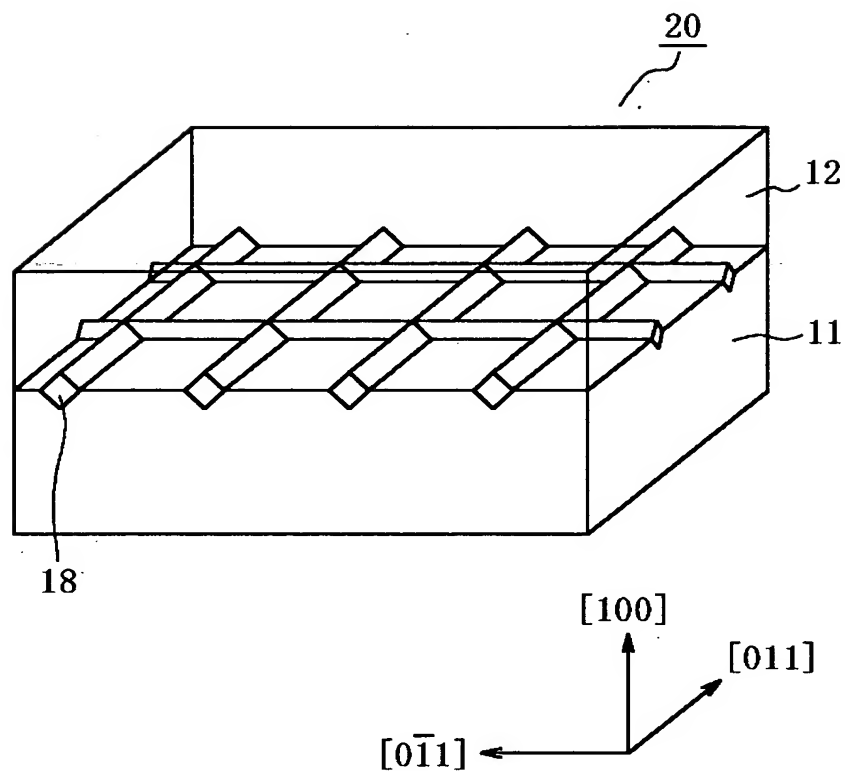
【図 1】



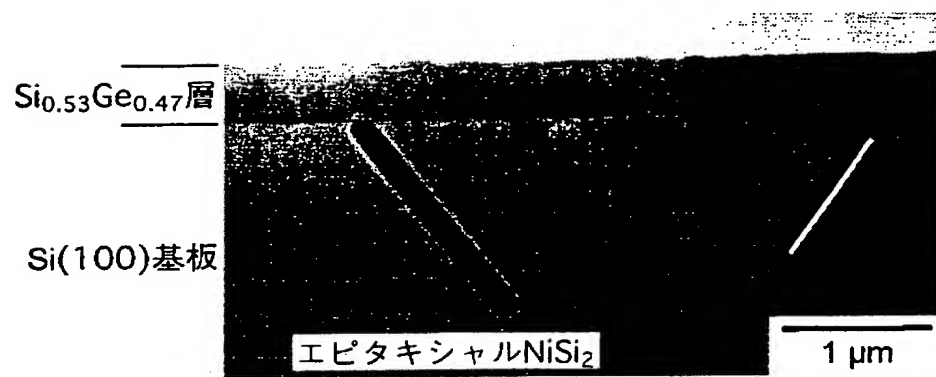
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 配線パターンなどの微細構造を極めて簡易な手法を用いて正確に形成する。

【解決手段】 シリコン基板 1 1 上に、貫通転位 1 4 を有する歪緩和シリコンゲルマニウム層 1 2 をエピタキシャル成長させ、次いで金属層 1 3 を形成して多層膜中間構造体 1 0 を作製する。次いで、多層膜中間構造体 1 0 に対して熱処理を施し、金属層 1 3 中の金属元素を貫通転位 1 4 を介して拡散させ、シリコン基板 1 1 とシリコンゲルマニウム層 1 2 との界面 1 5 に微細構造 1 6 を形成する。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 9 1 0 1 2 2 2 4]

1. 変更年月日 1 9 9 1 年 1 月 2 2 日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県名古屋市千種区不老町（番地なし）

氏 名 名古屋大学長